

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10-325629

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 12 月 8 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

F 2 5 B

9/14

5 2 0

F 2 5 B

9/14

5 2 0 E

5 2 0 B

審査請求

未請求

請求項の数 7

O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-138703

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 5 月 28 日

(71) 出願人 000002853

ダイキン工業株式会社

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号

梅

田センタービル

(72) 発明者 三浦 克哉

大阪府堺市金岡町1304番地

ダイキン工業

株式会社堺製作所金岡工場内

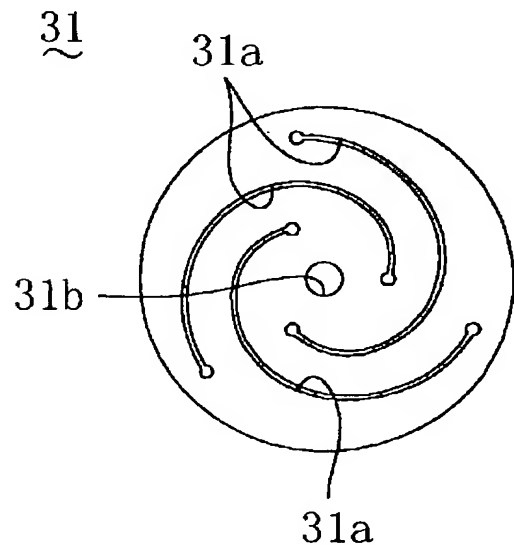
(74) 代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

(54) 【発明の名称】 往復動式冷凍機用板ばね及びその製造方法並びに往復動式冷凍機

(57) 【要約】

【課題】 圧縮機 A 及び膨張機 B の各可動体 2 2 を往復動可能にかつ該可動体 2 2 の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持する往復動式冷凍機用板ばね 3 1 において、その各スリット孔 3 1 a がレーザ加工により不要部が除去された加工部によって形成されている場合に、板ばね 3 1 の特性を計算結果と略一致させるようにして冷凍機の性能や寿命の低下を防止し、かつ板ばね 3 1 毎の特性のばらつきを低減させて冷凍機毎に性能の安定化を図る。

【解決手段】 レーザ加工により不要部が除去された加工部の不要部との境界にある熱影響部分つまり各スリット孔 3 1 a の幅方向両端部を研磨除去する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 可動体（22）と、該可動体（22）を往復動可能にかつ該可動体（22）の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持する板ばね（31）とを備え、可動体（22）の往復動によりガスを圧縮又は膨張させるようにした往復動式冷凍機であって、上記板ばね（31）は、熱により不要部が除去された加工部を有していて、該加工部の不要部との境界にある熱影響部分が研磨除去されてなることを特徴とする往復動式冷凍機。

【請求項 2】 請求項 1 記載の往復動式冷凍機において、加工部は、レーザ加工により不要部が除去されたものであることを特徴とする往復動式冷凍機。

【請求項 3】 請求項 2 記載の往復動式冷凍機において、加工部は、中央部と外周縁部との間に亘って延びるスリット孔（31a）を形成していることを特徴とする往復動式冷凍機。

【請求項 4】 請求項 1、2 又は 3 記載の往復動式冷凍機において、

可動体（22）は、圧縮機（A）においてシリンダ（5）内に圧縮室（11）を区画形成するピストン（9）を有することを特徴とする往復動式冷凍機。

【請求項 5】 請求項 1、2 又は 3 記載の往復動式冷凍機において、

可動体（22）は、膨張機（B）においてシリンダ（35）内に膨張室（36）を区画形成するディスプレイサ（40）を有することを特徴とする往復動式冷凍機。

【請求項 6】 往復動によりガスを圧縮又は膨張させる可動体（22）を往復動可能にかつ該可動体（22）の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持する往復動式冷凍機用板ばねであって、

熱により不要部が除去された加工部を有していて、該加工部の不要部との境界にある熱影響部分が研磨除去されてなることを特徴とする往復動式冷凍機用板ばね。

【請求項 7】 往復動によりガスを圧縮又は膨張させる可動体（22）を往復動可能にかつ該可動体（22）の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持する往復動式冷凍機用板ばねの製造方法であって、

板ばね材料に対し熱により不要部を除去して加工部を形成し、該加工部の不要部との境界にある熱影響部分を研磨除去することを特徴とする往復動式冷凍機用板ばねの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧縮機又は膨張機においてガスを圧縮又は膨張させる可動体を往復動可能に弾性支持する往復動式冷凍機用板ばね及びその製造方法並びに往復動式冷凍機に関する技術分野に属する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、この種の往復動式冷凍機としては、ディスプレイサの往復動により極低温レベルの寒冷を発生させる膨張機と、この膨張機に供給する冷媒を圧縮する圧縮機とを備えたスターリング冷凍機等がよく知られている。このスターリング冷凍機は、その膨張機のシリンダ内に膨張室を区画形成するディスプレイサや圧縮機のシリンダ内に圧縮室を区画形成するピストンがその各シリンダ内で往復動するように構成されている。そして、この冷凍機では、ディスプレイサやピストンが往復動する際、その振動を低減させるために、ディスプレイサやピストンの往復動方向と垂直な方向のぶれを出来る限り小さくすることが要求されている。

【0003】そこで、従来、例えば特開平 5-288419 号公報に示されているように、圧縮機においてピストンをその軸方向に往復動可能にかつそのピストンの往復動方向と垂直な方向（ピストン径方向）に移動不能に弾性支持する板ばねを使用することによって、そのピストンの振動を低減させるようにすることが知られている。

すなわち、この板ばねは、ピストン径方向の剛性が高くその方向には殆ど変形しないので、ピストンの径方向のぶれを低減させてピストンを低振動化させる一方、ピストン軸方向には大きく弾性変形するので、ピストンを含む可動体全体をピストン軸方向に往復動可能に弾性支持するものである。また、膨張機においても、上記圧縮機と同様に、板ばねを使用してディスプレイサを弾性支持するようにしている。

【0004】そして、上記板ばねは、通常、上記機能が得られるように中央部と外周縁部との間に亘って延びる渦巻状等をなすスリット孔を有し、そのスリット孔は、レーザ加工等の熱により不要部が除去された加工部により形成されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記加工部の不要部との境界にある部分はレーザ等の熱により高温にさらされるため、その境界部分の材料特性が変化してしまうという問題がある。このため、FEM 解析等により板ばねのばね定数や径方向の剛性を計算しても、その計算には材料特性の変化は考慮されていないので、実際に加工された板ばねの特性は計算結果と異なる。この結果、ピストン等の可動体を所定周期で駆動させることができなくなり、冷凍機の性能が低下すると共に、板ばねによる振動低減効果が十分に得られなくなり、冷凍機の寿命が短くなってしまふ。

【0006】一方、実験等を繰り返して熱による材料特性の変化を考慮することにより、所定の特性を有する板ばねが得られる可能性はあるが、加工条件が変わった場合には直ぐに対応することができず、冷凍機の開発に多大な時間を必要とすると共に、板ばね毎の材料特性変化のばらつきが大きく、冷凍機毎に安定した性能が得られ

なくなるとい問題がある。

【０００７】本発明は斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、上述の如く板ばねがレーザ加工等の熱により不要部が除去された加工部を有する場合に、その加工部の不要部との境界部分に工夫を凝らすことによって、板ばねの特性を計算結果と略一致させるようにして冷凍機の性能や寿命の低下を防止し、しかも、板ばね毎の特性のばらつきを低減させて冷凍機毎に性能を安定させようとするにある。

【０００８】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、この発明では、熱により不要部が除去された加工部において不要部との境界にある熱影響部分を研磨除去するようにした。

【０００９】具体的には、請求項１の発明では、図１及び図２に示すように、可動体（２２）と、該可動体（２２）を往復動可能にかつ該可動体（２２）の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持する板ばね（３１）とを備え、可動体（２２）の往復動によりガスを圧縮又は膨張させるようにした往復動式冷凍機を対象とする。

【００１０】そして、上記板ばね（３１）は、熱により不要部が除去された加工部を有していて、該加工部の不要部との境界にある熱影響部分が研磨除去されてなるものとする。

【００１１】このことにより、熱により材料特性が変化した部分は研磨除去されるので、この板ばね（３１）の材料特性はどの部分においても略均一となり、ばね定数や剛性等の特性を計算結果と略一致させることができる。このため、可動体（２２）を所定周期で駆動させることができると共に、可動体（２２）の振動を低減させることができる。また、材料特性の不安定な部分が除去されるので、板ばね（３１）毎の特性のばらつきを確実に小さくすることができる。よって、容易に冷凍機の性能や寿命の低下を防止することができると共に、冷凍機毎に性能を安定的に維持させることができる。

【００１２】請求項２の発明では、請求項１の発明において、加工部は、レーザ加工により不要部が除去されたものとする。

【００１３】すなわち、レーザ加工は、板ばね（３１）を所定の形状に加工することが容易である一方、その高熱により板ばね（３１）材料の特性が変化し易いので、板ばね（３１）の特性を計算結果に一致させることが特に困難である。よって、板ばねの加工を容易にしつつ、請求項１の発明の有効な利用を図ることができる。

【００１４】請求項３の発明では、請求項２の発明において、図１に示すように、加工部は、中央部と外周縁部との間に亘って延びるスリット孔（３１ａ）を形成しているものとする。

【００１５】すなわち、スリット孔（３１ａ）はそのスリット幅が小さいので、レーザ加工により形成するのが

最適である一方、そのスリット孔（３１ａ）の幅方向両端部は板ばね（３１）の特性に大きく影響する部分であるので、その部分の材料特性が変化すると、板ばね（３１）の特性は計算結果と大きく異なることになる。よって、スリット孔（３１ａ）の加工を容易にしつつ、請求項１の発明のさらなる有効利用を図ることができる。

【００１６】請求項４の発明では、請求項１、２又は３の発明において、図１に示すように、可動体（２２）は、圧縮機（Ａ）においてシリンダ（５）内に圧縮室（１１）を区画形成するピストン（９）を有するものとする。

【００１７】このことで、圧縮機（Ａ）のピストン（９）の径方向のぶれは振動発生の大きな要因となり、そのぶれを出来る限り小さくすることが要求されているので、この板ばね（３１）は圧縮機（Ａ）のピストン（９）を構成する可動体（２２）を弾性支持するのに最適なものとなる。よって、請求項１、２又は３の発明の効果的な利用を図ることができる。

【００１８】請求項５の発明では、請求項１、２又は３の発明において、図１に示すように、可動体（２２）は、膨張機（Ｂ）においてシリンダ（３５）内に膨張室（３６）を区画形成するディスプレイサ（４０）を有するものとする。このようにすることで、請求項４の発明と同様の作用効果が得られる。

【００１９】請求項６の発明は、図１及び図２に示すように、往復動によりガスを圧縮又は膨張させる可動体（２２）を往復動可能にかつ該可動体（２２）の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持する往復動式冷凍機用板ばねの発明である。

【００２０】そして、この発明では、板ばねは、熱により不要部が除去された加工部を有していて、該加工部の不要部との境界にある熱影響部分が研磨除去されてなるものとする。こうすることで、請求項１の発明と同様の作用効果が得られる。

【００２１】請求項７の発明は、図１及び図２に示すように、往復動によりガスを圧縮又は膨張させる可動体（２２）を往復動可能にかつ該可動体（２２）の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持する往復動式冷凍機用板ばねの製造方法の発明である。

【００２２】そして、この発明では、板ばね材料に対し熱により不要部を除去して加工部を形成し、該加工部の不要部との境界にある熱影響部分を研磨除去することを特徴とする。このことで、請求項１の発明と同様の作用効果が得られる。

【００２３】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図２は、本発明の実施形態に係る往復動式冷凍機としてのスターリング冷凍機を概略的に示し、この冷凍機は、冷媒ガスを圧縮する圧縮機（Ａ）と、この圧縮機（Ａ）から吐出された冷媒ガスを膨張さ

せる膨張機（Ｂ）とを組み合わせたものである。

【００２４】上記圧縮機（Ａ）は図で左右方向に延びる密閉円筒状のケーシング（１）を有し、このケーシング（１）は、円筒壁部（１ａ）と、この円筒壁部（１ａ）の両端開口部を気密状に閉塞する円板壁部（１ｂ）、

（１ｂ）とからなる。上記ケーシング（１）の左側の円板壁部（１ｂ）には、両端が開放された左右方向に延びる円筒状のシリンダ（５）が円筒壁部（１ａ）と同心状に取付固定されている。

【００２５】上記シリンダ（５）内には円筒状のピストン（９）が摺動可能に嵌装されており、このピストン（９）によりシリンダ（５）内に圧縮室（１１）が区画形成されている。上記ケーシング（１）における左側の円板壁部（１ｂ）の略中心部には、上記圧縮室（１１）に連通する貫通孔（１３）が形成され、この貫通孔（１３）には結合配管（１４）の一端部が連結されている。

【００２６】上記ピストン（９）は、ケーシング（１）の円筒壁部（１ａ）と同心状に左右方向に延びる支持軸（１５）を介してこのピストン（９）を左右方向に往復駆動する駆動源としてのリニアモータ（１６）に駆動連結されている。すなわち、このリニアモータ（１６）は、上記ケーシング（１）の円筒壁部（１ａ）の内周面に取付固定された純鉄からなる円筒状のヨーク（１７）を有し、このヨーク（１７）の右側端面に設けたリング状凹陥部（１７ａ）内の外周側の側面には環状の永久磁石（１８）が固定されており、この磁石（１８）により純鉄からなるヨーク（１７）を継鉄として上記凹陥部（１７ａ）内に所定強度の磁界を発生させるようにしている。

【００２７】そして、上記支持軸（１５）の右側端部には有底筒状のボビン（１９）が一体に連結され、このボビン（１９）の円筒部（１９ａ）は上記凹陥部（１７ａ）内で左右方向に往復動可能に配置されている。上記ボビン（１９）の円筒部（１９ａ）の外周面には、上記磁石（１８）と対向した位置に電磁コイル（２０）が巻回されている。このリニアモータ（１６）の電磁コイル（２０）に所定周波数の交流を通電することにより、ピストン（９）を後述の板ばね（３１）、（３１）のばね定数等で決まる周期で往復動させて、圧縮室（１１）で所定周期のガス圧を発生させるように構成されている。このことで、上記ピストン（９）、支持軸（１５）、ボビン（１９）及び電磁コイル（２０）は、圧縮機（Ａ）内において一体で左右方向に往復動する圧縮機（Ａ）の可動体（２２）を構成していることになる。

【００２８】上記支持軸（１５）においてその左右両端部つまり上記リニアモータ（１６）を挟んで左右方向に離れた２箇所には、１対の円板状の板ばね（３１）、

（３１）が配置固定されている。この各板ばね（３１）は、その外周部において上記ケーシング（１）の円筒壁部（１ａ）内周面にも固定されている。上記各板ばね

（３１）は、２枚の薄板が重ね合わされたもので、図１に示すように、中央部と外周縁部との間に亘って延びる３つの略渦巻状のスリット孔（３１ａ）、（３１ａ）…が円周方向に略等間隔に形成されている。このことで、この各板ばね（３１）は、その各板ばね（３１）の径方向の剛性が高くその方向の変形が殆どない一方、その各板ばね（３１）の中心部における中心軸方向の変形が大きくなるようになされており、上記可動体（２２）を略水平方向に往復動可能にかつ該可動体（２２）の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持するようになっている。

【００２９】上記各板ばね（３１）の各スリット孔（３１ａ）は、レーザ加工により（レーザの熱により）不要部が除去された加工部によって形成されている。そして、その加工部の不要部との境界にある熱影響部分つまり各スリット孔（３１ａ）の幅方向両端部（各スリット孔（３１ａ）の幅方向両端面から数百μm程度の範囲）は研磨除去されてなり、このことで、レーザの熱により材料特性が変化した部分は完全に除去されている。尚、上記各スリット孔（３１ａ）の長さ方向両端部は、応力集中を緩和させるためにそれぞれ円形状とされている。また、図１中、（３１ｂ）は、上記支持軸（１５）に嵌合させて固定するための貫通孔である。

【００３０】一方、上記膨張機（Ｂ）は、円筒状シリンダ（３５）を有し、このシリンダ（３５）内には、このシリンダ（３５）内空間を膨張室（３６）と作動室（３７）とに区画形成するディスプレイサ（４０）が左右方向に往復動自在に嵌装されている。このディスプレイサ（４０）は、内部に金属製蓄冷材（再生式熱交換器）を充填したものであり、この蓄冷材が充填された空間は、上記膨張室（３６）及び作動室（３７）にそれぞれ連通されている。そして、膨張室（３６）で膨張した低温の冷媒ガスが作動室（３７）に向かうときには、該冷媒ガスにより上記蓄冷材を冷却してその蓄冷材に冷熱を蓄え、逆に常温の冷媒ガスが作動室（３７）から膨張室（３６）に向かうときには、その蓄冷材により冷媒ガスを冷却するようになっている。

【００３１】上記シリンダ（３５）の基端部近傍には、上記作動室（３７）に連通する貫通孔（４３）が形成され、この貫通孔（４３）に上記結合配管（１４）の他端部が連結されている。このことで、上記作動室（３７）は、結合配管（１４）を介して圧縮機（Ａ）の圧縮室（１１）と接続され、圧縮機（Ａ）からの冷媒ガス圧により上記ディスプレイサ（４０）を往復動させて冷媒ガスを膨張室（３６）で膨張させることにより、シリンダ（３５）先端のコールドヘッド（４４）に寒冷を発生させるようになされている。

【００３２】上記シリンダ（３５）の基端には、上記圧縮機（Ａ）のケーシング（１）と同様に、円筒壁部（５１ａ）と２つの円板壁部（５１ｂ）、（５１ｂ）とから

なる左右方向に延びる密閉円筒状のケーシング(51)が取付固定されている。このケーシング(51)内には、上記ディスプレイサ(40)に一体に取付固定した支持軸(55)が上記円筒壁部(51a)と同心状に左右方向に延びるように設けられている。つまり、上記ディスプレイサ(40)及び支持軸(55)は、膨張機(B)内において一体で左右方向に往復動する膨張機(B)の可動体(22)を構成している。この支持軸(55)は、上記ケーシング(51)の左側の円板壁部(51b)を貫通しており、この円板壁部(51b)の支持軸(55)が貫通する箇所にはシール部材(57)が設けられ、このシール部材(57)により上記作動室(37)から冷媒がケーシング(51)内に漏れないようにシールがなされている。

【0033】上記支持軸(55)においてケーシング(51)内における左右方向に離れた2箇所には、上記圧縮機(A)の可動体(22)と同様に、1対の板ばね(31)、(31)が配置固定され、この各板ばね(31)により膨張機(B)の可動体(22)が略水平方向に往復動可能にかつ該可動体(22)の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持されている。

【0034】以上の構成からなるスターリング冷凍機の作動について説明する。先ず、冷凍機の運転開始に伴い、圧縮機(A)におけるリニアモータ(16)の電磁コイル(20)に所定周波数の交流電源が通電される。この通電に伴い、磁石(18)により発生する磁界との作用により圧縮機(A)の可動体(22)が圧縮機(A)の各板ばね(31)の中心部を左右方向に変形させながら中立位置から往復動し、そのピストン(9)の往復動により圧縮室(11)の容積が増減変化し、圧縮室(11)内に所定周期の圧力波が生じる。この圧縮室(11)は結合配管(14)を介して膨張機(B)に連通しているため、圧縮室(11)の圧力が高くなったときには、加圧された冷媒ガスが作動室(37)に供給されて該作動室(37)内の圧力が高くなる。この圧力の上昇により作動室(37)と膨張室(36)との間に差が生じ、この圧力差によってディスプレイサ(40)が膨張機(B)の各板ばね(31)の中心部を左側に変形させながらシリンダ(35)先端側に移動する。この作動室(37)はディスプレイサ(40)内の空間を介して膨張室(36)に連通しているので、次の段階では作動室(37)のガスがディスプレイサ(40)内を通過して蓄冷材により冷却されながら膨張室(36)に流れ、両室(36)、(37)の差圧がなくなり、ディスプレイサ(40)は膨張機(B)の各板ばね(31)の復元力によりシリンダ(35)基端側に移動して元の位置に戻る。

【0035】この後、直ちに、圧縮機(A)のピストン(9)が後退して圧縮室(11)の圧力が低下する。このため、作動室(37)内の冷媒ガスが結合配管(1

4)を介して圧縮室(11)に戻り、作動室(37)内の圧力が膨張室(36)よりも低下する。この作動室(37)と膨張室(36)との圧力差によってディスプレイサ(40)が今度は膨張機(B)の各板ばね(31)の中心部を右側に変形させながらシリンダ(35)基端側に移動し、膨張室(36)内の冷媒ガスが断熱膨張して寒冷が発生する。次の段階では上記膨張後のガスが膨張室(36)からディスプレイサ(40)内を蓄冷材に冷熱を与えながら作動室(37)に流れ、両室(36)、(37)の差圧がなくなり、ディスプレイサ(40)は膨張機(B)の各板ばね(31)の復元力によりシリンダ(35)先端側に移動して元の位置に戻る。以上により1サイクルが終了し、以後、同様のサイクルを繰り返すことで、シリンダ(35)先端のコールドヘッド(44)が徐々に極低温レベルまで冷却される。

【0036】この実施形態では、圧縮機(A)及び膨張機(B)の各可動体(22)を弾性支持する各板ばね(31)の各スリット孔(31a)がレーザ加工により不要部が除去された加工部によって形成されているので、そのスリット幅が小さくても容易に形成することができる。このとき、その加工部の不要部との境界にある熱影響部分である各スリット孔(31a)の幅方向両端部はレーザの高熱により材料特性が変化してしまう。この部分は、各板ばね(31)の特性に大きく影響する部分であるので、その部分の材料特性が変化すると、板ばね(31)の特性はFEM解析等による計算結果と大きく異なることになる。

【0037】しかし、この実施形態では、その熱影響部分が研磨除去されてなるので、材料特性が変化した部分は除去されて、この各板ばね(31)の材料特性はどの部分においても略均一となり、各板ばね(31)におけるばね定数や剛性等の特性を、予め研磨除去する量を見込んで計算した結果と略一致させることができる。この結果、各可動体(22)を所定周期で駆動させることができると共に、各可動体(22)の振動を確実に低減させることができる。また、材料特性の不安定な部分が除去されるので、各板ばね(31)毎の特性のばらつきを確実に抑えることができる。よって、簡単な方法でこの冷凍機の性能及び寿命の低下を防ぐことができると共に、冷凍機毎に安定した性能を得ることができる。

【0038】尚、上記実施形態では、各板ばね(31)の各スリット孔(31a)をレーザ加工により不要部が除去された加工部によって形成するようにしたが、中心部の貫通孔(31b)や外周縁部をレーザ加工により不要部が除去された加工部によって形成してもよい。この場合も、その加工部の不要部との境界にある熱影響部分を研磨除去するようにすればよい。また、レーザ加工以外に熱を利用して不要部を除去する加工であればどのようなものでもよい。

【0039】さらに、上記実施形態では、各板ばね(3

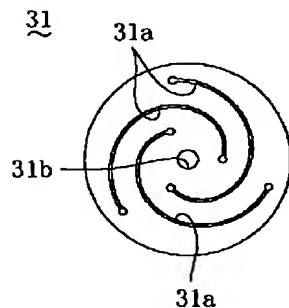
1) を 2 枚の薄板でそれぞれ構成したが、薄板の枚数は何枚でもよく、圧縮機 (A) と膨張機 (B) とで薄板の枚数や板厚等が互いに異なってもよい。

【0040】

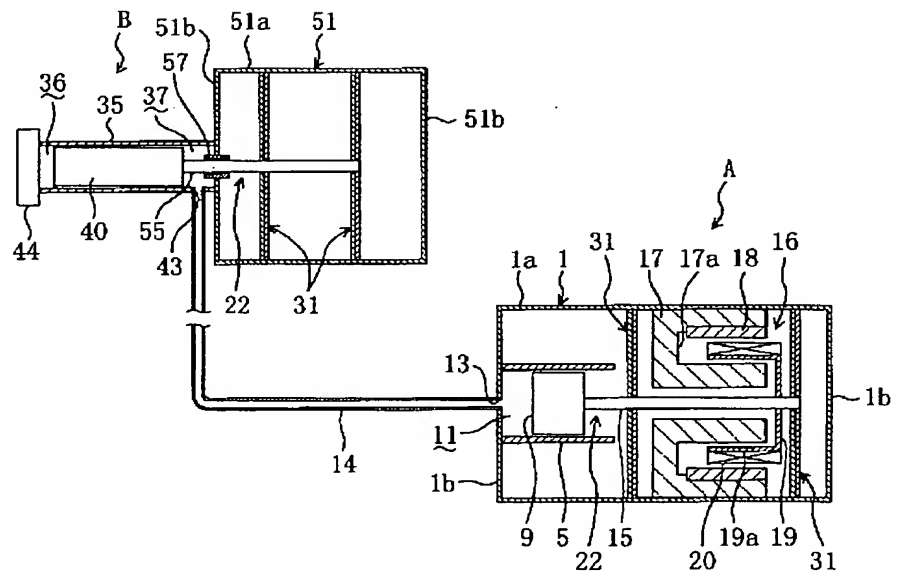
【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 の発明では、可動体を往復動可能にかつ該可動体の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持する板ばねを備え、可動体の往復動によりガスを圧縮又は膨張させるようにした往復動式冷凍機に対して、上記板ばねは、熱により不要部が除去された加工部を有して、該加工部の不要部との境界にある熱影響部分を研磨除去するようにした。また、請求項 6 の発明では、可動体を往復動可能にかつ該可動体の往復動方向と垂直な方向に移動不能に弾性支持する往復動式冷凍機用板ばねに対して、熱により不要部が除去された加工部を有して、該加工部の不要部との境界にある熱影響部分を研磨除去するようにした。さらに、請求項 7 の発明では、往復動式冷凍機用板ばねの製造方法として、板ばね材料に対し熱により不要部を除去して加工部を形成し、該加工部の不要部との境界にある熱影響部分を研磨除去するようにした。したがって、これらの発明によると、容易に冷凍機の性能及び寿命の低下を防止することができ、かつ冷凍機毎に性能の安定化を図ることができる。

【0041】請求項 2 の発明によると、加工部はレーザ加工により不要部が除去されたものとしたことにより、板ばねの加工を容易にしつつ、請求項 1 の発明の有効な利用を図ることができる。

【図 1】



【図 2】



【0042】請求項 3 の発明によると、加工部が中央部と外周縁部との間に亘って延びるスリット孔を形成するようにしたことにより、スリット孔の加工を容易にしつつ、請求項 1 の発明のさらなる有効利用を図ることができる。

【0043】請求項 4 の発明では、可動体は、圧縮機においてシリンダ内に圧縮室を区画形成するピストンを有するものとした。また、請求項 5 の発明では、可動体は、膨張機においてシリンダ内に膨張室を区画形成するディスプレイサを有するものとした。したがって、これらの発明によると、請求項 1、2 又は 3 の発明の効果的な利用を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】板ばねを示す平面図である。

【図 2】本発明の実施形態 1 に係る往復動式冷凍機としてのスターリング冷凍機の全体構成を示す概略断面図である。

【符号の説明】

- (A) 圧縮機
- (B) 膨張機
- (9) ピストン
- (11) 圧縮室
- (22) 可動体
- (31) 板ばね
- (31a) スリット孔
- (36) 膨張室
- (40) ディスプレーサ